

草坪型高羊茅种子成熟过程中活力变化及 适宜收获期研究

徐 荣, 韩建国

(中国农业大学草地研究所, 北京 100094)

摘要: 通过对草坪型高羊茅种子成熟过程中加速老化后发芽率、发芽指数、活力指数、种苗芽长和芽重、电导率、脱氢酶活性、ATP含量及酸性磷酸酯酶活性等的测定, 对高羊茅种子成熟过程中活力的变化进行了研究。结合种子含水量和产量变化, 确定高羊茅种子适宜收获期。结果表明, 高羊茅种子活力随着成熟度的增加而提高。在盛花期后 19 d, 活力水平已达较高水平, 直到盛花后 31 d, 一直保持着高活力水平。盛花期后 25 d, 种子含水量为 32.19%, 种子活力高, 种子产量最高, 达 3 533 kg·ha⁻¹。盛花期后 23 ~ 31 d, 种子含水量 40% ~ 12.43%, 产量达 3 300 kg·ha⁻¹以上, 此为适宜的种子收获期, 可获得高产、优质的高羊茅种子。

关键词: 草坪型高羊茅; 种子活力; 适宜收获期

STA A

Effects of Seed Maturity of Turf-type Tall Fescue on Vigor and the Optimal Harvesting Time

XU Rong, HAN Jian-guo

(Institute of Grassland Science, China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract: By determination on accelerated aging germination, germination index, vigor index, seedling length, seedling weight, electric conductivity, dehydrogenase activity, ATP content and acid phosphoesterase activity during seed development of turf-type tall fescue, the seed vigor of tall fescue were studied. Combined with seed moisture content and yield, the optimal harvesting time of tall fescue was determined. The result indicated that the seed vigor increased continuously along with seed maturity, and the higher seed vigor was achieved at 19th day after peak anthesis and maintained continuously until 31st day after peak anthesis. At 25th day after peak anthesis, the highest yield of 3 533 kg·ha⁻¹ and the good quality of seed of tall fescue were harvested with 32.19% moisture content. From 23rd to 31st day after peak anthesis, the seed yield of 3 300 kg·ha⁻¹ and the good seed quality of tall fescue were harvested with 40% - 12.43% moisture content, and the span was the optimal harvesting time.

Key words: Turf-type tall fescue; Seed vigor; Optimal harvesting time

草坪在生态环境保护、城市园林建设、体育运动场、水土保持等事业中的作用越来越受到人们的重视, 我国草坪种子主要靠进口。我国草坪草种子高产、优质栽培技术尚未形成, 种子产量低, 质量差。种子活力随种子发育、成熟、贮藏和播前预措而发生变化, 在一般情况下, 种子活力水平随种子发育的成熟度而上升, 至生理成熟期到达高峰。种子的不适

宜成熟度、成熟时的不良环境条件均可使种子活力下降。影响种子活力变化的因素包括种子基因型、母株的环境和营养、种子成熟度、种子大小、机械损伤及劣变老化等。其中收获时的成熟度对种子活力的影响是非常重要的^[1-7]。而且, 活力水平可持续影响植株生长发育, 群体整齐度及最终产量。

国外有关种子成熟过程中活力变化的研究较

收稿日期: 2002-01-24

基金项目: 农业部“948”资助项目(202099)

作者简介: 徐 荣(1963-), 女, 山西襄汾人, 副研究员, 博士研究生, 主要从事牧草和草坪草研究。Tel: 13683564628; E-mail: nxxurong@263.net

多。在国内则起步较晚,1979年由郑光华首次提出种子活力的概念。近十余年来,我国对种子活力的研究与应用进展很快,多侧重于农作物和蔬菜种子的研究。有关牧草与草坪草种子的活力研究较少。玉柱等对几种多年生豆科牧草种子活力及测定方法进行了探讨^[8]。韩建国,毛培胜等对草坪型高羊茅种子活力进行了研究^[9-11]。本试验则在研究草坪型高羊茅种子成熟过程中活力变化的基础上,结合种子含水量和产量,确定适宜的收获期,并获得了高产、优质的草坪草种子,为我国草坪草种子生产提供科学的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验区自然概况

试验区位于宁夏银川市宁夏农林科学院生物中心实验基地,东经 106°22',北纬 38°28',海拔 1 115 m。属中温带干旱大陆性气候,干旱少雨,年降雨量 202.8 mm,主要集中在 7、8、9 月。年均气温 8.5℃,1 月份平均气温 -15℃,7 月平均气温为 29.6℃。≥10℃年积温 3 000~3 400℃,年日照时数 3 000 h,年辐射总量 146 kcal·cm⁻²,无霜期 160~170 d。

1.2 试验材料

供试材料为猎狗 5 高羊茅(*Festuca arundinacea* cv. Hundog5),引自美国。

1.3 测定内容

1.3.1 标准发芽率的测定 取净种子 50 粒,采用纸上发芽,重复 4 次,用 0.2% KNO₃ 湿润芽床,5℃冷处理 7 d 后移入发芽箱内,每日光照 8 h,温度 25℃,黑暗 16 h,温度 15℃。第 7 天首次记数,第 14 天计算正常种苗的百分率。

1.3.2 加速老化发芽率的测定 取待测种子 200 多粒放入纱布袋中,将纱布袋扎口后置于带盖的玻璃瓶中,瓶中注无离子水约 3 cm 高,种子老化箱的外箱温度必须保持 41℃,老化时间 72h。老化结束后取出种子,按种子标准发芽试验的要求测定 50 粒种子的发芽率,重复 4 次。

1.3.3 电导率的测定 取出净种子 50 粒,设 2 重复,称重后置于装有 200 ml 无离子水的 250 ml 三角瓶中,加盖以减少蒸发和防灰尘污染。同时设对照(200 ml 无离子水),20℃放置 24 h,用 DDS-II 型电导率仪(天津产)测定浸出液的电导率,减去对照电导率即为种子浸出液的电导率值。

$$\text{电导率值} = \left[\frac{\text{重复 1 的电导率值}}{\text{重复 1 的 50 粒种子的重量}} + \right.$$

$$\left. \frac{\text{重复 2 的电导率值}}{\text{重复 2 的 50 粒种子的重量}} \right] \div 2$$

1.3.4 种苗芽长及芽重的测定 取试验样品 25 粒,4 个重复。取 30 cm×40 cm 大小的滤纸,采用纸的长轴中心画一条线,并在中心线上每隔 1 cm 放 1 粒种子,然后在上覆盖同样大小的吸水纸,纸的基部处向上折叠,将吸水纸疏松地卷成 4 cm 直径的纸卷,用橡皮绳扎住。把纸卷立于聚乙烯袋中,置于 20℃恒温箱中培养 10 d,统计种苗的平均长度。然后在 105℃下烘干幼芽 7h,测芽重。

1.3.5 活力指数和发芽指数的测定 选取完整、健壮的种子 50 粒,采用纸上发芽,培养箱中光照 8 h,温度 25℃,黑暗 16 h,温度 15℃,从种子萌发开始计数到第 7 天为止,种苗长度在萌发第 3 天测量。活力指数 $V_i = \sum(G_t / D_t) \cdot S$,种子发芽指数 = $\sum(G_t / D_t)$,其中 G_t 为发芽开始后 t 日的发芽数, D_t 为相应的发芽日数, S 为种苗平均长度。

1.3.6 脱氢酶活性的测定 选取完整、饱满的种子 50 粒,室温下浸泡 48 h,重复 2 次。将胚 3/4 纵切并剥去种皮,放入具塞试管中,然后加入 5 ml 0.1% 2,3,5-三苯基氯化四氮唑(TTC)溶液,置于 38℃恒温水浴中(加盖保持黑暗)染色 1.5 h。将种子吸干再倒入 80%丙酮 5 ml,置于 54℃中浸提 4 h 后,在 751-GW 型分光光度计 490 nm 处测量光密度,根据标准曲线查得相应的 TTC 含量($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$),定量计算脱氢酶的活性。

1.3.7 酸性磷酸酯酶活性的测定 选取 50 粒均匀一致的健康种子,用 5 ml 0.05 mol·L⁻¹ Tris 缓冲液(pH=7.5)研磨,再用 5 ml 0.05 mol·L⁻¹ Tris 缓冲液移入离心管中,在 4 000×g 下离心 10 min,上清液即为酶制剂。吸取酶液 0.1 ml,加入 0.9 ml 蒸馏水、1 ml 0.1 mol·L⁻¹ 醋酸缓冲液和 0.1 ml 0.018 mol·L⁻¹ 对硝基酚磷酸钠,在 30℃的水浴中放置 10 min 后加入 1 ml 0.5 mol·L⁻¹ NaOH 终止反应,在 400 nm 下测光密度值,计算酶活性^[12]。

$$\text{酶活性}(\mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 50 \text{ 粒}^{-1}) =$$

$$\frac{\text{试样的 } OD_{400}}{0.019} \times 3.1 \times 10^{-3} \times \frac{V}{V_1}$$

10(min)

其中:0.019 为对硝基苯酚的微克分子消光系数;

3.1 为反应混合液的体积(ml);

V 为酶制剂总体积(ml);

V_1 为每次用酶液体积(ml);

OD_{400} 为 400 nm 光密度。

1.3.8 ATP的测定 采用荧光素酶法^[13]。取均匀一致的净种子50粒,浸泡48 h后,吸干种子表面水分,迅速放入丙酮溶液中固定,重复3次,每隔3 d换1次丙酮,换4~5次。加热7 min至丙酮挥发,再加入4.5 ml蒸馏水,继续加热5 min后,吸提取液0.25 ml,置于FG-200型发光光度计暗盒中,并注入1 ml荧光素酶液,记录发光强度。

1.3.9 种子含水量的测定 在盛花期后第3、7、10、13、16、19、22、25、28、31天,从每次所取的鲜样中任选100粒种子,称重,重复3次,在105℃下烘干7 h,称重计算含水量。

1.3.10 种子产量的测定 种子产量,分别于盛花期后22 d(2000-06-27),25 d(2000-06-30),28 d(2000-

07-03),31 d(2000-07-06)在各小区随机刈割1 m²样方,重复3次,风干、脱粒、清选后称重。

2 结果与分析

2.1 种子成熟过程中标准发芽率的变化

高羊茅种子成熟过程中,发芽率呈上升趋势。盛花期后7 d发芽率最低为87.5%,盛花期后10 d,发芽率达到91%,而且与盛花期后25 d前各次收获的种子发芽率间没有显著差异($P > 0.05$)。盛花期后13 d发芽率继续上升,盛花期后16 d有所下降,盛花期后19 d有所回升,盛花期后28 d和31 d发芽率迅速上升,达到最高峰,分别为97.25%和97.75%。随着种子的成熟,标准发芽率不断增加(表1)。

表1 高羊茅种子成熟过程中标准发芽率、加速老化发芽率、活力指数的变化¹⁾

Table 1 Changes of standard germination, accelerated aging germination and vigor index during seed maturation of tall fescue

盛花期后天数 Days after peak anthesis (d)	标准发芽率 Standard germination (%)	加速老化发芽率 Accelerated aging germination (%)	活力指数 Vigor index	发芽指数 Germination index
7	87.5 Cd	76.0 Cc	64.50 Cc	20.86Df
10	91.0 BCcd	58.0 Dd	77.81 Cc	23.60CDe
13	94.5 ABabc	93.0 ABab	77.54 Cc	26.44BCde
16	91.25 BCcd	86.0 Bb	116.49 ABb	29.55ABbod
19	95.5 ABabc	96.5 Aa	133.82 Aa	32.36Aab
22	92.75 ABCbc	72.0 Cc	108.66 Bb	27.25BCede
25	92.25 ABCc	87.0 ABb	106.65 Bb	27.73BCcd
28	97.25 ABab	86.0 Bb	116.53 ABb	29.99ABabc
31	97.75 Aa	93.0 ABab	122.78 ABab	32.84Aa

¹⁾ 同列中不同大写字母间差异极显著($P < 0.01$);不同小写字母间差异显著($P < 0.05$)。下同

The different capital letters show significant difference at 0.01 level, the different small letters show significant difference at 0.05 in every column. The same as below

2.2 种子成熟过程中老化发芽率的变化

盛花期后13 d老化发芽率已达到93.0%,盛花期后19 d达到最高,为96.5%。与盛花期后13 d和31 d老化发芽率差异不显著($P > 0.05$)。盛花期后22~28 d稍有下降,盛花期后31 d再次达到93.0%(表1)。

2.3 种子成熟过程中发芽指数的变化

盛花期后7 d发芽指数最低,为20.86。盛花期后10~16 d,其发芽指数不断增加;盛花期后19 d的发芽指数达到32.36。盛花期后31 d发芽指数最高达32.84。盛花期后19 d发芽指数与盛花期后31和28 d发芽指数间没有显著的差异($P > 0.05$)(表1)。种子成熟过程中,发芽指数在盛花期后19 d时较高,种子已具有相当高的活力水平。盛花期后31 d,种子活力达最高峰。

2.4 种子成熟过程中活力指数的变化

在盛花期后7~13 d前,高羊茅种子活力指数较低,盛花期后16 d,活力指数增加很快,与盛花期13 d前各次收获的种子活力指数差异极显著($P < 0.01$);盛花期后19 d,活力指数最大为133.82,盛花期后22~28 d种子活力指数稍有下降,但一直保持在一个较高的水平;活力指数间没有显著的差异($P > 0.05$)。盛花期后31 d,种子活力指数再次上升,达到122.78;与盛花期后19 d的活力指数间无显著的差异($P > 0.05$)(表1)。

2.5 种子成熟过程中芽长、芽重的变化

高羊茅种子成熟过程中,种苗芽长逐渐增长。盛花期后7和10 d种苗芽长较低,分别为3.9 cm和3.16 cm;盛花期后13 d,种苗芽长达到4.26 cm,与以后各次(除盛花期后31 d外)收获的种子种苗的芽长间无明显差异($P > 0.05$)。盛花期后25 d和31 d,种子种苗芽长最长,分别为4.85和5.32 cm。可

以看出,种子发育早期,种子成熟度较差,种苗芽长较短,种子活力较短,盛花期后 13 d,种苗芽长已较长。盛花期后 31 d,种苗芽长最长。种子活力也最高,种苗生长速度也较快。由此看出:不同成熟度的种子其芽长具有极显著的差异($P < 0.01$)(表 2)。

表 2 种子成熟过程中种苗芽长、芽重的变化

Table 2 Changes of seedling length and seedling weight during seed maturation of tall fescue

盛花期后天数 Days after peak anthesis (d)	种苗芽长 Seedling length (cm·seed ⁻¹)	种苗芽重 Seedling weight (mg·seed ⁻¹)
7	3.90 BCbed	0.306 Cd
10	3.16 Cd	0.246 Cd
13	4.26 ABCbc	0.452 Bc
16	4.32 ABCbc	0.576 ABab
19	3.63 BCcd	0.534 ABbc
22	3.91 BCbed	0.493 Bbc
25	4.85 ABab	0.544 ABabc
28	4.31 ABCbc	0.538 ABabc
31	5.32 Aa	0.641 Aa

高羊茅种子成熟过程中,芽重的变化呈上升的趋势,盛花期后 7~13 d 芽重较低,盛花期后 16 d 芽重达到 0.576 mg。与盛花期后 13 d 前收获的种子芽重间差异显著($P < 0.05$),以后,直到盛花期后 28 d,各次收获的种子其芽重没有显著差异($P > 0.05$)。盛花期后 31 d,芽重达到最高,为 0.641 mg。说明:盛花期后 16 d,高羊茅种苗芽重已达到较高,种子已具有很高的活力。盛花期后 31 d 种苗芽重最高,25 和 28 d 种苗芽重稍有下降,但与 16、31 d 间没有显著的差异($P > 0.05$)(表 2)。

2.6 种子成熟过程中电导率的变化

种子浸出液电导率作为种子活力测定的指标能反映出种子活力大小。高羊茅种子浸出液电导率,随着种子的成熟逐渐下降。盛花期后 7 d 电导率最高为 $142.58 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$,反映出种子活力较低。盛花期后 7~13 d 电导率值较大,16 d 后种子浸出液电导率值为 $99.49 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$,比盛花期后 7 d 的电导率下降了 $43.09 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$,种子活力已较高。盛花期后 22 d,种子浸出液电导率最低,为 $65.49 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ 。以后,各次收获的种子电导率稍有增大,但差异不显著($P > 0.05$)(图 1)。可以看出,盛花期后 22 d,高羊茅种子活力达到最高,随着种子继续成熟,种子活力一直保持着较高的水平。而且,高羊茅种子成熟度对电导率具有极显著的影响($P < 0.01$)。

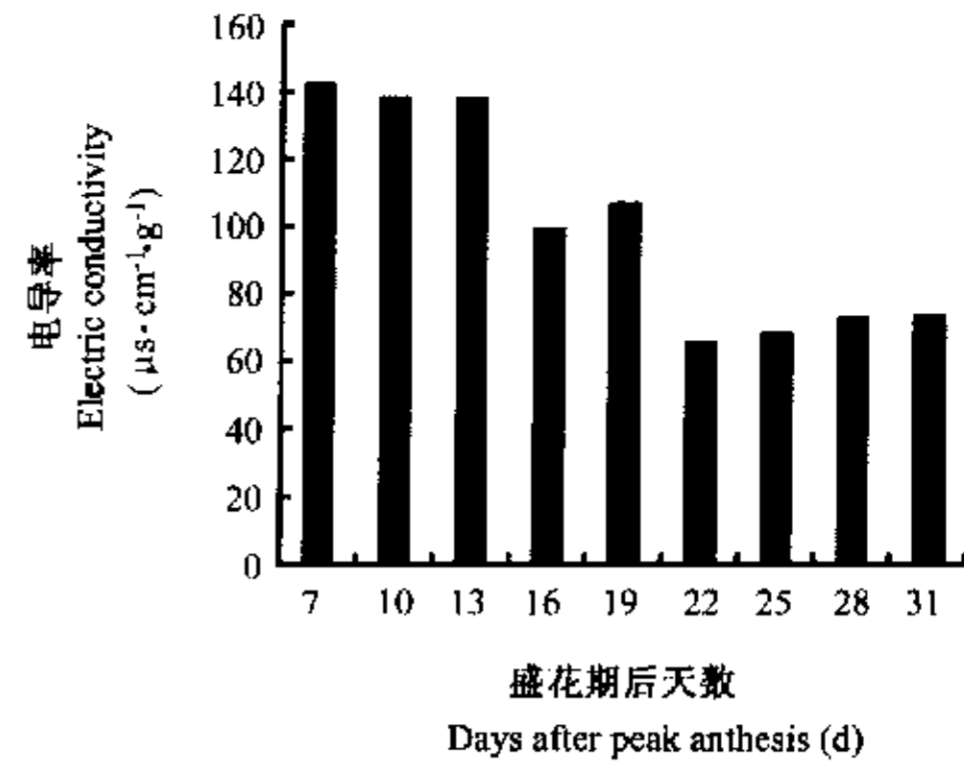


图 1 高羊茅种子成熟度对电导率的影响

Fig. 1 Effect of seed maturity on electric conductivity of tall fescue

2.7 种子成熟过程中酸性磷酸酯酶活性的变化

盛花期后 7 d,高羊茅种子酸性磷酸酯酶活性最低,为 $0.78 \mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 50 \text{粒}^{-1}$ 。盛花期后 10~16 d,酸性磷酸酯酶活性增加很快,盛花期后 16 d 酸性磷酸酯酶活性达到最高,为 $1.39 \mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 50 \text{粒}^{-1}$;与盛花期后 7 d 相比,高出 $0.61 \mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 50 \text{粒}^{-1}$,差异显著($P < 0.05$)(图 2)。盛花期后 19 和 22 d,酸性磷酸酯酶活性有所下降,盛花期后 25 d 酸性磷酸酯酶活性又出现上升趋势,达到新的高峰,为 $1.28 \mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 50 \text{粒}^{-1}$;盛花期后 31 d,酸性磷酸酯酶活性又有所下降。分析结果表明,种子成熟度对酸性磷酸酯酶的活性具有极显著的影响($P < 0.01$)。

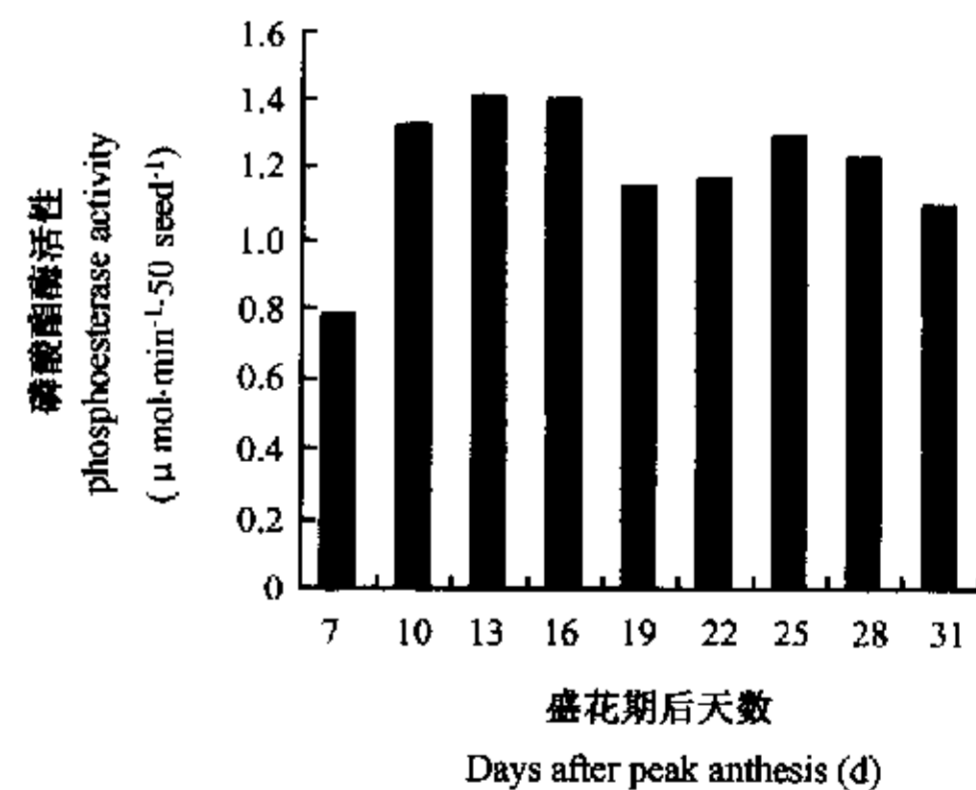


图 2 高羊茅种子成熟度对酸性磷酸酯酶活性的影响

Fig. 2 Effect of seed maturity on acid phosphoesterase activity of tall fescue

2.8 种子成熟过程中脱氢酶活性的变化

盛花期后 7 d,高羊茅吸胀种子脱氢酶活性相对低一些,盛花期后 10 d,脱氢酶活性增加很快,TTC 含量达 $14.8 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$,与脱氢酶活性最高的盛花期后 22 和 19 d 的 TTC 含量(15.9 和 $15.4 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)相

比,没有显著差异($P > 0.05$)。盛花期后 25~31 d,脱氢酶活性稍有下降,但没有显著差异($P > 0.05$)。分析结果表明,成熟度对高羊茅吸胀种子脱氢酶活性具有极显著影响($P < 0.01$)。盛花期后 10 d,吸胀种子 TTC 含量较高,脱氢酶活性就已达到较高的水平,随着种子成熟,盛花期后 19 和 22 d,脱氢酶活性达最高(图 3)。

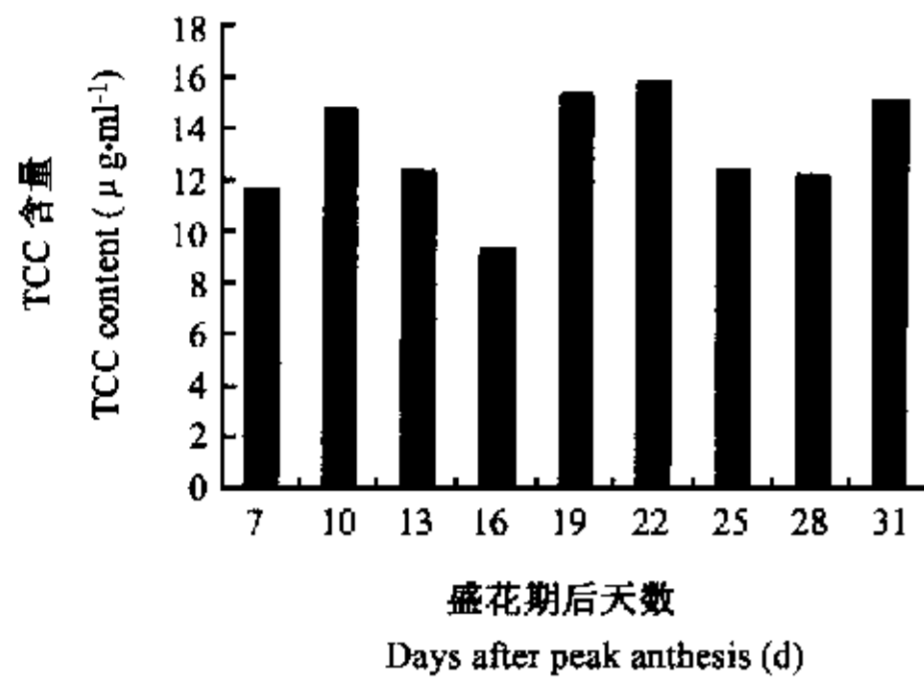


图 3 高羊茅种子成熟度对脱氢酶活性的影响

Fig.3 Effect of seed maturity on dehydrogenase activity of tall fescue

2.9 种子成熟过程中 ATP 含量的变化

随着高羊茅种子的成熟,吸胀种子 ATP 含量逐渐增加。盛花期后 7~13 d,种子 ATP 含量较低,盛花期后 16 d,ATP 含量显著增加,达到 $29.3 \times 10^{-10} \text{ lm} \cdot 50 \text{ 粒}^{-1}$,以后,直到 22 d,ATP 含量有所增加,且相对稳定,ATP 含量间没有显著差异($P > 0.05$)。盛花期后 25 d,ATP 含量显著增加,28d ATP 含量达到最高峰,为 $42.7 \times 10^{-10} \text{ lm} \cdot 50 \text{ 粒}^{-1}$ 。31 d 稍有下降。盛花期后 25、28 和 31 d 的 ATP 含量组成了最高峰,而且各次收获的种子其 ATP 含量间没有显著差异($P > 0.05$)。结果表明:高羊茅种子成熟度对种子 ATP 含量具有显著影响($P < 0.01$),(图 4)。

2.10 不同收获期对高羊茅种子产量的影响

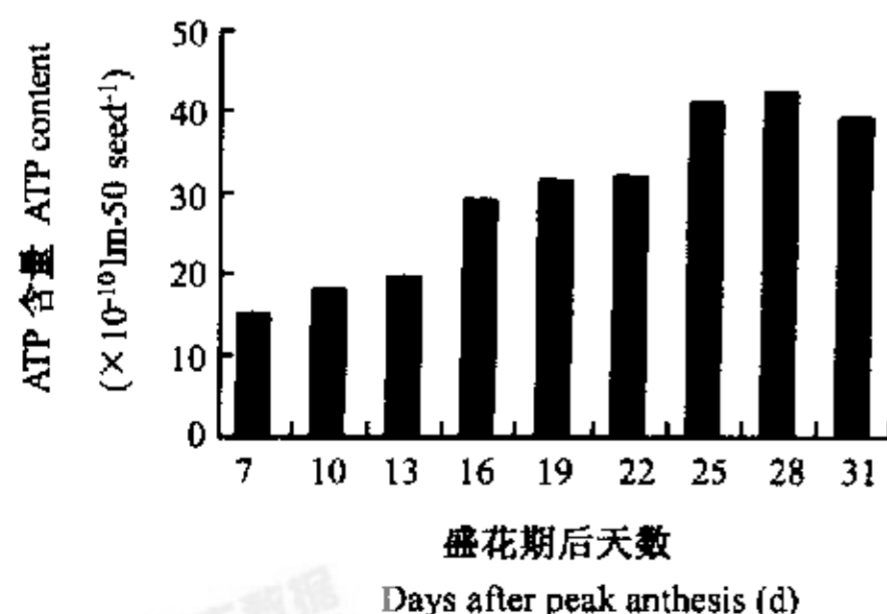


图 4 高羊茅种子成熟度对 ATP 含量的影响

Fig.4 Effect of seed maturity on ATP content of tall fescue

不同收获期高羊茅种子产量差异极显著($P < 0.01$)。盛花期后 22 d 收获的种子产量为 $3140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$,随着种子干物质重量的增加,种子产量递增,盛花期后 25 d 种子产量最高,为 $3533 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$,盛花期后 28 d,种子产量为 $3477 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$,盛花期后 31 d,种子产量降为 $3318 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。高羊茅种子在盛花期后 25 和 28 d 种子产量显著地高于盛花期后 22 和 31 d 的种子产量($P < 0.05$)(图 5)。

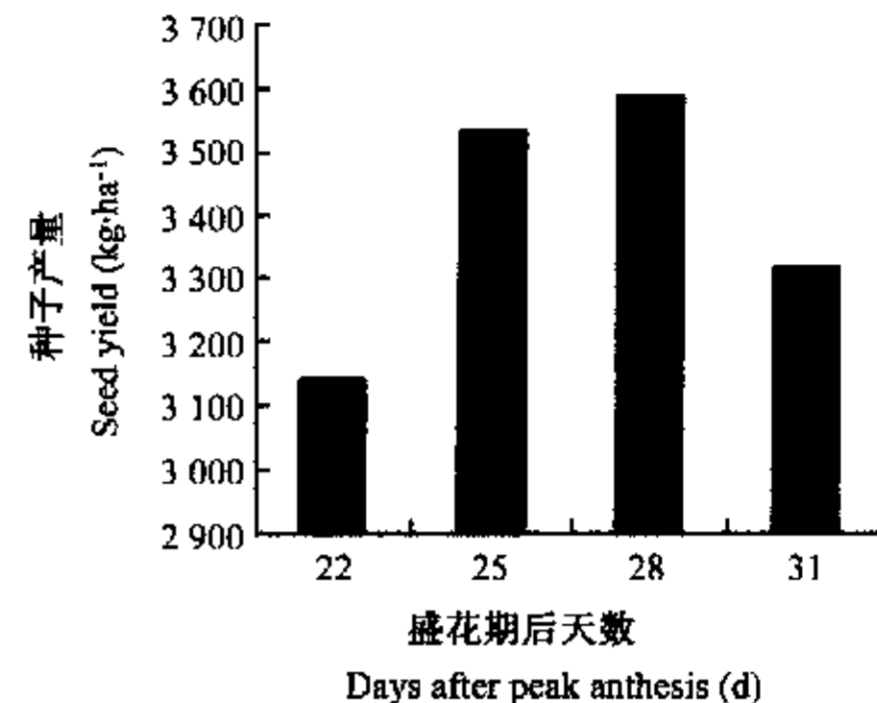


图 5 不同收获时间对高羊茅种子产量的影响

Fig.5 Effect of harvesting time on seed yield of tall fescue

2.11 高羊茅种子适宜收获期

高羊茅种子在盛花期后 22 d 时,种子含水量为 45.25%,收获的种子产量为 $3140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。盛花期后 25 d,种子含水量下降为 32.19%,种子产量最高,为 $3533 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。盛花期后 28 d,种子含水量迅速下降为 26.5%,种子产量为 $3477 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。盛花期后 31 d,种子含水量迅速下降到 12.43%,由于种子落粒,种子产量有所下降,为 $3318 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 。通过种子发芽率、老化发芽率、活力指数、种苗芽长、芽重、脱氢酶活性、酸性磷酸酯酶和 ATP 含量的测定结果,盛花期后 19 d 种子已具备较高的活力水平,种子质量较高。图 6 可知,盛花期后 23~31 d 时收获种子,产量达 $3300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 以上,种子含水量 40%~12.43%,活力高,种子品质优良。因此,在宁夏银川地区种植高羊茅,种子的最佳收获时期为盛花期后 23~31 d。

3 结论

3.1 高羊茅种子成熟过程中,盛花期后 10 d,标准发芽率已超过 90%,但此时种子活力较低。老化发芽率、发芽指数、活力指数、种苗芽长、芽重、电导率、酸性磷酸酯酶、脱氢酶活性、ATP 含量的测定结果表明,高羊茅种子在盛花期后 19 d,活力水平已较高,

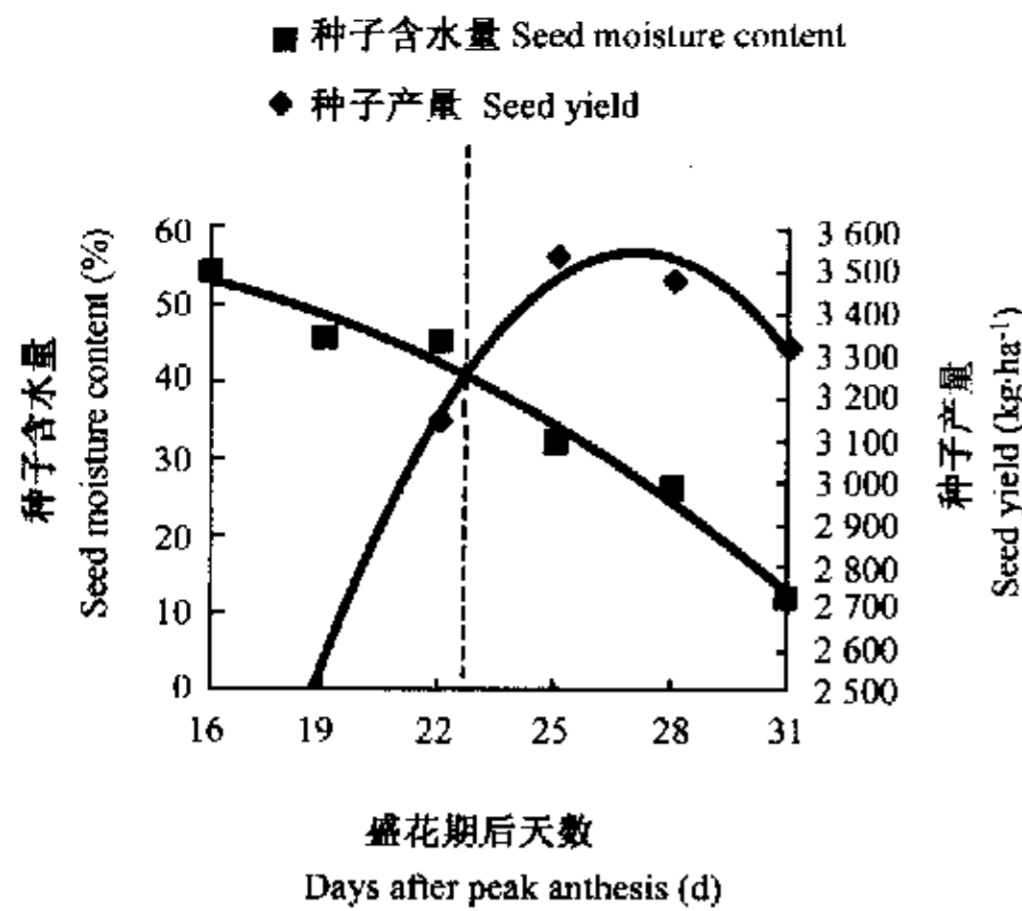


图 6 高羊茅种子含水量和产量的变化

Fig.6 Change of seed moisture content and yield in tall fescue

以后直到盛花后 31 d,一直保持着高活力。

3.2 盛花后 22、25、28 和 31 d 收获的种子产量具有极显著的差异。盛花后 22 d,虽然种子活力已较高,但种子产量为 $3140 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。盛花期后 25 d,种子产量最高,为 $3533 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。盛花期后 28 d,种子产量为 $3477 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。盛花期后 31 d 由于落粒,种子产量有所下降,为 $3318 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。因此,盛花期后 23~31 d 为适宜的种子收获期,可获得 $3300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 以上的种子产量。接近国际上高羊茅试验田最高种子产量 $3600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ [14]。

4 讨论

4.1 加速老化发芽率、发芽指数、活力指数、种苗芽长、芽重及电导率测定是较好的活力测定方法,在实践中有应用价值。

4.2 种子生理生化特性作为种子活力指标引起了人们的高度重视。脱氢酶活性、ATP 含量及酸性磷酸酯酶活性作为活力的测定指标与各类种子活力有很好的相关性,是种子活力较灵敏的生化指标。Perry 也证实了这一点[15,16]。

4.3 根据种子活力水平,结合含水量和种子产量进行草坪型高羊茅种子适宜收获期的确定,科学而可靠,此项研究对我国高产、优质草坪草种子生产实践有指导意义。

References

- [1] Hampton J G. Herbage seed lot vigour: Do problems start with seed production. *Journal of Applied Seed Production*. 1991, 9:87-93.

- [2] Adam N M, McDonald M B, Henderlong J, Henderlong P R. The influence of seed position, planting and harvesting dates on soybean seed quality. *Seed Science and Technology*, 1989, 17:143-152.
- [3] Andersen S, Anderson K. The relationship between seed maturation and seed yield in grasses. *Seed Production*. London: Butterworths, 1980: 151-172.
- [4] TeKrony D M, Egli D B, Balles J, Pfeiffer T, Fellows R J. Physiological maturity on soybean. *Journal of Agronomy*, 1979, 71:771-775.
- [5] Hebblethwaite P D, Hampton J G, Batts G R, Barrett S. The effect of time of application of the growth retardant flurprimidol (EL500) on seed yield and yield components in *Lolium perenne* L. *Journal of Applied Seed Production*, 1985, 3:15-19.
- [6] Pegler R A D. Harvest ripeness in grass seed crop. *Journal of the Britain Grassland Society*, 1976, 31:7-13.
- [7] 戴日春. 种子活力测定的生理前景. 种子, 1986, (4):84-87. Dai R C. Physiological foreground of seed vigour testing. *Seed*, 1986, (4): 84-87. (in Chinese)
- [8] 玉柱, 西力部, 林柏和. 几种多年生豆科牧草种子活力及测定方法的探讨. 种子, 1989, (6):41-43. Yu Z, Xi L B, Lin B H. Study on vigour and testing methods for several legume. *Seed*, 1989, (6):41-43. (in Chinese)
- [9] 韩建国, 毛培胜, 浦心春, 李敏. 草坪型高羊茅种子活力的研究. 草地学报, 1995, 3(4):269-275. Han J G, Mao P S, Pu X C, Li M. A study on the seed vigor of tall fescue. *Acta Agrestia Sinica*, 1995, 3(4):269-275. (in Chinese)
- [10] 毛培胜, 韩建国, 浦心春. 高羊茅种子成熟过程中的活力变化. 中国草地, 1997, (2):36-41. Mao P S, Han J G, Pu X C. Change of seed vigor during maturation in tall fescue. *Grassland of China*, 1997, (2):36-41. (in Chinese)
- [11] 毛培胜, 韩建国, 盛亦兵. 不同收获期高羊茅种子活力测定方法的比较研究. 草地学报, 1999, 7(2):121-128. Mao P S, Han J G, Sheng Y B. Comparison of vigor test methods in tall fescue seed harvested at different time. *Acta Agrestia Sinica*, 1999, 7(2):121-128. (in Chinese)
- [12] 黄学林, 陈润政. 种子生理实验手册. 北京: 农业出版社, 1990. Huang X L, Chen R Z. *Handbook of Seed Physiology Experiment*. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1990. (in Chinese)
- [13] 徐本美, 顾增辉. 萌动过程中种子 ATP 含量的变化. 植物生理学通讯, 1984, (3):39-42. Xu B M, Gu Z H. Changes of ATP content during seed pullulating. *Plant Physiology Communication*, 1984, (3):39-42. (in Chinese)
- [14] Hare M D, Rolston M P. Nitrogen effects on tall fescue seed production. *Journal of Applied Seed Production*, 1983, 1: 28-32.
- [15] Peery D A. *Handbook of Vigour Test Methods*. Zurich: ISTA, 1981.
- [16] Perry D A. A vigour test for seeds of barley (*Hordeum vulgare*) based on measurement of plumule growth. *Seed Science and Technology*, 1977, 5: 709-719.

(责任编辑 林鉴非)